

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-312248

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06F 17/30

G06T 1/00

(21)Application number : 10-121062

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 30.04.1998

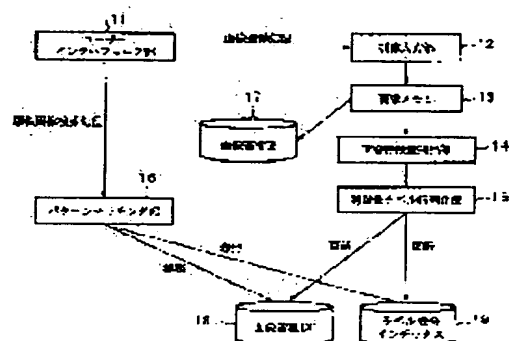
(72)Inventor : SHIYAMA HIROTAKA

(54) IMAGE RETRIEVAL DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To speedily retrieve a similar image by considering the arrangement of the featured value of an image.

SOLUTION: An image featured value extracting part 14 and a featured value label matrix making part 15 divide image data into plural blocks, give a label according to a featured value obtained concerning each block, arranges the given label in a prescribed block order to generate a label matrix and extracts a partial label matrix from the generated label matrix. An image managing DB 18 stores the generated label matrix by coordinating with corresponding image data and a label matrix index 19 is provided with a data constitution, capable of retrieving image data with the partial label matrix as a key. When retrieval is instructed, the partial label matrix is extracted from image data of a retrieving source for selecting an image by the use of the index 19, and for an obtained image, similar-image retrieval is executed by a pattern matching part 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

SPCC

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-312248

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/70

4 6 0 B

G 0 6 F 17/30

15/40

3 7 0 B

G 0 6 T 1/00

15/403

3 5 0 C

15/62

P

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平10-121062

(22)出願日

平成10年(1998)4月30日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 椎山 弘隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

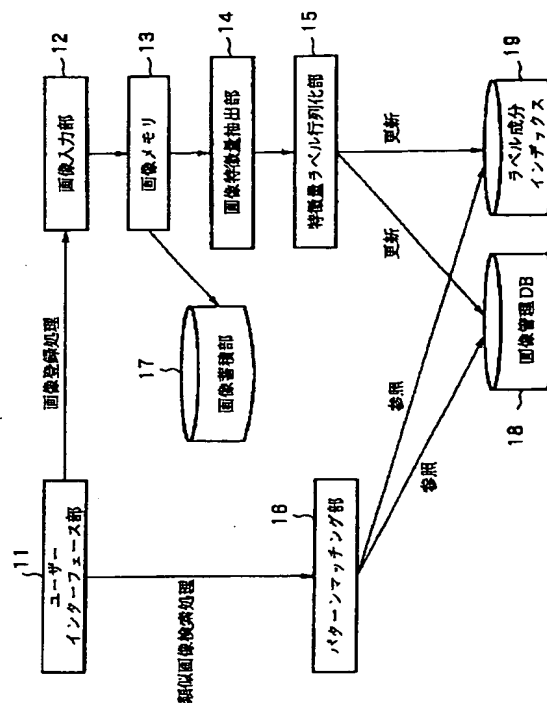
(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外2名)

(54)【発明の名称】 画像検索装置及び方法

(57)【要約】

【課題】画像の特徴量の配置を考慮した高速な類似画像の検索を可能とする。

【解決手段】画像特徴量抽出部14及び特徴量ラベル行列化部15は、画像データを複数のブロックに分割し、各ブロックについて取得された特徴量に応じてラベルを付与し、付与されたラベルを所定のブロック順序で並べることによりラベル行列を生成するとともに、生成されたラベル行列より部分ラベル行列を抽出する。画像管理DB18は、生成されたラベル行列を対応する画像データに対応付けて記憶し、ラベル行列インデックス19は、部分ラベル行列をキーとして画像データを検索可能なデータ構成を有する。検索が指示されると、検索元の画像データから部分ラベル行列を抽出し、ラベル行列インデックス19を用いて画像の絞り込みを行い、得られた画像についてパターンマッチング部16による類似画像検索を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像データを複数のブロックに分割し、各ブロックについて取得された特徴量に応じてラベルを付与し、付与されたラベルを所定のブロック順序で並べることによりラベル行列を生成する生成手段と、前記生成手段で生成されたラベル行列を前記画像データに対応付けて記憶する記憶手段と、

前記生成されたラベル行列より部分ラベル行列を抽出し、抽出された部分ラベル行列をキーとして画像データを検索可能なテーブルを保持する保持手段と、検索元の画像データから部分ラベル行列を抽出し、前記テーブルを用いて類似画像を検索する第 1 検索手段とを備えることを特徴とする画像検索装置。

【請求項 2】 前記第 1 検索手段で検索された各類似画像を比較先画像として、前記記憶手段から得られた比較先画像のラベル行列と、前記検索元の画像データから得られるラベル行列との間でラベル間距離に基づくマッチング処理を行って類似度を獲得し、獲得した類似度に基づいて検索結果を得る第 2 検索手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像検索装置。

【請求項 3】 前記テーブルには、各部分ラベル行列をキーとして、当該部分ラベル行列を含む画像データの識別子と各画像データによる当該部分ラベル行列の含有数が登録されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像検索装置。

【請求項 4】 前記ラベルは、多次元特徴量空間を複数のセルに分割して得られたセルの夫々に与えられる固有のラベルであり、前記生成手段は、前記ブロックの夫々について特徴量を算出し、算出された特徴量が属するセルに付与されているラベルを当該ブロックに付与することを特徴とする請求項 1 に記載の画像検索装置。

【請求項 5】 画像の一部を構成する部分画像が検索元の画像として指定された場合、該部分画像を表す部分画像データが含まれるブロックに関して前記特徴量に応じたラベルを付与し、他のブロックに関してはあらゆるラベルとの間の距離がゼロであるドント・ケアー・ラベルを付与することで検索元の画像のラベル行列を生成する第 2 生成手段と、

前記部分画像の画像データが含まれるブロックに関して付与されたラベルに基づいて部分ラベル行列を生成する第 3 生成手段とを更に備え、

前記第 1 及び第 2 検索手段は、前記第 2 生成手段及び前記第 3 生成手段によって生成されたラベル行列と部分ラベル行列を用いて画像の検索を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の画像検索装置。

【請求項 6】 画像中の所望の部分画像を指定する指定手段と、

前記指定手段で指定された部分画像に対応する部分画像データを抽出してこれを前記第 2 生成手段に提供する抽出手段とを更に備えることを特徴とする請求項 5 に記載

の画像検索装置。

【請求項 7】 所望の着目物体を表す画像データを指定する指定手段と、

前記指定手段で指定された画像データを所定の背景を有する画像に合成して検索元の画像を生成し、これを前記第 2 生成手段に提供する合成手段とを更に備えることを特徴とする請求項 5 に記載の画像検索装置。

10 【請求項 8】 前記第 2 検索手段は、各ラベル値のペアについてペナルティ値を保持するペナルティテーブルを有し、該ペナルティテーブルを参照して前記第 1 検索手段で検索された画像データの各ラベル行列と、前記検索元の画像データから得られるラベル行列との間の距離を算出することを特徴とする請求項 2、5 乃至 7 のいずれかに記載の画像検索装置。

【請求項 9】 前記ラベル行列は 2 次元のラベル行列を表し、

前記第 2 検索手段が、

20 前記検索元の画像データのラベル行列より抽出される行単位のラベル列と、前記第 1 検索手段で得られた比較先画像データのラベル行列より抽出される行単位のラベル列とを DP マッチングによって対応づけることによって該比較先画像データの行並びを得る第 1 マッチング手段と、

前記元画像データのラベル行列の行並びと、前記第 1 マッチング手段で得られた行並びとの類似度を DP マッチングによって求める第 2 マッチング手段とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の画像検索装置。

30 【請求項 10】 前記第 1 マッチング手段は、各ラベルのペアについてペナルティ値を保持するペナルティテーブルを有し、前記検索元画像のラベル列と前記比較先画像のラベル列との距離を DP マッチング手法を用いて算出するに際して該ペナルティテーブルを参照することを特徴とする請求項 9 に記載の画像検索装置。

40 【請求項 11】 前記第 2 マッチング手段は、行並びにおける各行番号のペアについてペナルティ値を保持する行間ペナルティテーブルを有し、前記検索元画像の行並びと前記比較先画像の行並びの類似度を DP マッチング手法を用いて算出するに際して、該行間ペナルティテーブルを参照することを特徴とする請求項 9 に記載の画像検索装置。

【請求項 12】 前記元画像データの行方向の各ラベル列の類似度に基づいて各行のペアに関するペナルティ値を決定し、これを前記行間ペナルティテーブルとして保持する保持手段を更に備えることを特徴とする請求項 11 に記載の画像検索装置。

【請求項 13】 前記第 1 マッチング手段で使用する DP マッチングの整合窓の幅を設定する第 1 設定手段を更に備えることを特徴とする請求項 9 に記載の画像検索装置。

50 【請求項 14】 前記第 2 マッチング手段で使用する D

Pマッチングの整合窓の幅を設定する第2設定手段を更に備えることを特徴とする請求項9に記載の画像検索装置。

【請求項15】 前記第1検索手段は、検索元の画像データから、前記保持手段と同じ手法を用いて部分ラベル行列を抽出し、該部分ラベル行列を所定の含有数の範囲で含む画像を前記テーブルを用いて検索することを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の画像検索装置。

【請求項16】 前記含有数の範囲を、前記検索元の画像データから抽出された部分ラベル行列の、該検索元の画像データが含む個数に基づいて設定する設定手段を更に備えることを特徴とする請求項15に記載の画像検索装置。

【請求項17】 前記設定手段は、前記検索元の画像データが含む個数と指定された曖昧度に基づいて前記含有数の範囲を決定することを特徴とする請求項16に記載の画像検索装置。

【請求項18】 画像データを複数のブロックに分割し、各ブロックについて取得された特徴量に応じてラベルを付与し、付与されたラベルを所定のブロック順序で並べることによりラベル行列を生成する生成工程と、前記生成工程で生成されたラベル行列を前記画像データに対応付けて記憶装置に記憶する記憶工程と、前記生成されたラベル行列より部分ラベル行列を抽出し、抽出された部分ラベル行列をキーとして画像データを検索可能なテーブルを保持する保持工程と、検索元の画像データから部分ラベル行列を抽出し、前記テーブルを用いて類似画像を検索する第1検索工程とを備えることを特徴とする画像検索方法。

【請求項19】 前記第1検索工程で検索された各類似画像を比較先画像として、前記記憶装置より得られた比較先画像のラベル行列と、前記検索元の画像データから得られるラベル行列との間でラベル間距離に基づくマッチング処理を行って類似度を獲得し、獲得した類似度に基づいて検索結果を得る第2検索工程を更に備えることを特徴とする請求項18に記載の画像検索方法。

【請求項20】 画像の一部を構成する部分画像が検索元の画像として指定された場合、該部分画像を表す部分画像データが含まれるブロックに関して前記特徴量に応じたラベルを付与し、他のブロックに関してはあらゆるラベルとの間の距離がゼロであるドント・ケアー・ラベルを付与することで検索元の画像のラベル行列を生成する第2生成工程と、前記部分画像の画像データが含まれるブロックに関して付与されたラベルに基づいて部分ラベル行列を生成する第3生成工程とを更に備え、前記第1及び第2検索工程は、前記第2生成工程及び前記第3生成工程によって生成されたラベル行列と部分ラベル行列を用いて画像の検索を行うことを特徴とする請

求項19に記載の画像検索方法。

【請求項21】 コンピュータに画像検索を実現させるための制御プログラムを格納する記憶媒体であって、該制御プログラムが、

画像データを複数のブロックに分割し、各ブロックについて取得された特徴量に応じてラベルを付与し、付与されたラベルを所定のブロック順序で並べることによりラベル行列を生成する生成工程のコードと、

前記生成工程で生成されたラベル行列を前記画像データに対応付けて記憶装置に記憶する記憶工程のコードと、前記生成されたラベル行列より部分ラベル行列を抽出し、抽出された部分ラベル行列をキーとして画像データを検索可能なテーブルを保持する保持工程のコードと、検索元の画像データから部分ラベル行列を抽出し、前記テーブルを用いて類似画像を検索する第1検索工程のコードとを備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項22】 前記第1検索工程で検索された各類似画像を比較先画像として、前記記憶装置より得られた比較先画像のラベル行列と、前記検索元の画像データから得られるラベル行列との間でラベル間距離に基づくマッチング処理を行って類似度を獲得し、獲得した類似度に基づいて検索結果を得る第2検索工程のコードを更に備えることを特徴とする請求項21に記載の記憶媒体。

【請求項23】 画像の一部を構成する部分画像が検索元の画像として指定された場合、該部分画像を表す部分画像データが含まれるブロックに関して前記特徴量に応じたラベルを付与し、他のブロックに関してはあらゆるラベルとの間の距離がゼロであるドント・ケアー・ラベルを付与することで検索元の画像のラベル行列を生成する第2生成工程のコードと、

前記部分画像の画像データが含まれるブロックに関して付与されたラベルに基づいて部分ラベル行列を生成する第3生成工程のコードとを更に備え、

前記第1及び第2検索工程は、前記第2生成工程及び前記第3生成工程によって生成されたラベル行列と部分ラベル行列を用いて画像の検索を行うことを特徴とする請求項22に記載の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像を検索する画像検索装置及び方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より類似画像を検索するための種々の技術が提案されている。類似画像検索を自然画像について行うための、ある程度実用化されている技術では、色情報を画像特徴量として用いているものが多い。そして、その多くが、色情報に関するヒストグラムを取ることで、RGBの割合や画像中に多く存在する色の組み合わせを用いて検索を行うものである。

【0003】 しかしながら、上記の手法では、色の位置

情報が失われてしまうためにその検索精度は必ずしも高くなかった。また、例えば特開平 8 - 2 4 9 3 4 9 号には、画像を複数のブロックに分け夫々の特徴量（代表色）を用いたパターンマッチングが開示されている。しかしながら、この手法では、マッチングを行う 2 つの画像について各ブロック間の特徴量の距離を計算しなければならず、膨大な計算量が必要となってしまう。特に特徴量として代表色を用いると、RGB 3 個のデータを扱わなければならない、更に計算が複雑なものとなる。また、特徴量そのものを用いて比較を行うので、比較の精度が高くなる反面、画像の角度が変わったり、物体の位置が変わったりするだけで類似画像検索できなくなってしまうといった問題がある。すなわち、画像の角度が変わったり、物体の位置が変わったり、あるいは撮影条件による画像特徴量のある程度の違い等を吸収するなど、ある程度の曖昧さを有しながらも適切に画像検索を行うという、いわゆるロバストな類似画像検索を行うことはできなかった。

【0004】また、画像中のある物体（一部分）に着目して検索を行いたいような場合には、その物体以外の画像（背景画像）が異なると検索不可能となってしまう等、不都合な場合があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般的な画像検索システムとして、自然画像を検索する場合に、画像にキーワードを付与しておき、このキーワードによって画像検索を行うことが知られている。しかし、このキーワード付け作業は人手のかかる作業であり、更に、キーワード付けが行われていない画像に関しては、縮小画を提示してマニュアルにて選択するという作業が生じ、検索操作を煩雑なものとしていた。

【0006】本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、画像の特徴量の配置を考慮した高速な類似画像の検索を可能とする画像検索装置及び方法を提供することを目的とする。

【0007】また、本発明の他の目的は、画像の特徴量の配置を考慮した類似画像の検索を行うとともに、撮影条件の変動等による違いを吸収した類似画像検索を可能とする画像検索装置及び方法を提供することにある。

【0008】また、本発明の他の目的は、特徴量群を 1 つのラベルで表し、画像をラベル行列で表現して画像間の類似度を算出することにより類似度の計算量を減少させ、迅速な類似画像検索を可能とすることにある。

【0009】また、本発明の他の目的は、ラベル行列を適切に管理し、ラベルを用いた画像検索処理の処理速度を著しく向上することにある。

【0010】また、本発明の他の目的は、元画像と比較先画像の類似度をラベル列もしくはラベル行列の比較によって行う際に、DP マッチングやファジー非決定性オートマトン等のラベル位置の前後の曖昧さを許す手法を

適用し、より効果的な類似画像検索を可能とすることにある。

【0011】また、本発明の他の目的は、画像中のある物体（一部分）に着目した類似画像検索を可能とすることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の一態様による画像検索装置は、例えば以下の構成を備える。すなわち、画像データを複数のブロックに分割し、各ブロックについて取得された特徴量に応じてラベルを付与し、付与されたラベルを所定のブロック順序で並べることによりラベル行列を生成する生成手段と、前記生成手段で生成されたラベル行列を前記画像データに対応付けて記憶する記憶手段と、前記生成されたラベル行列より部分ラベル行列を抽出し、抽出された部分ラベル行列をキーとして画像データを検索可能なテーブルを保持する保持手段と、検索元の画像データから部分ラベル行列を抽出し、前記テーブルを用いて類似画像を検索する第 1 検索手段とを備える。

【0013】また、好ましくは、前記第 1 検索手段で検索された各類似画像を比較先画像として、前記記憶手段から得られた比較先画像のラベル行列と、前記検索元の画像データから得られるラベル行列との間でラベル間距離に基づくマッチング処理を行って類似度を獲得し、獲得した類似度に基づいて検索結果を得る第 2 検索手段を更に備える。

【0014】また、好ましくは、画像の一部を構成する部分画像が検索元の画像として指定された場合、該部分画像を表す部分画像データが含まれるブロックに関して前記特徴量に応じたラベルを付与し、他のブロックに関してはあらゆるラベルとの間の距離がゼロであるドント・ケアー・ラベルを付与することで検索元の画像のラベル行列を生成する第 2 生成手段と、前記部分画像の画像データが含まれるブロックに関して付与されたラベルに基づいて部分ラベル行列を生成する第 3 生成手段とを更に備え、前記第 1 及び第 2 検索手段は、前記第 2 生成手段及び前記第 3 生成手段によって生成されたラベル行列と部分ラベル行列を用いて画像の検索を行う。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0016】図 1 は本実施形態による画像検索装置の制御構成を示すブロック図である。同図において、101 は CPU であり、本実施形態の画像検索装置における各種制御を実行する。102 は ROM であり、本装置の立ち上げ時に実行されるブートプログラムや各種データを格納する。103 は RAM であり、CPU 101 が処理するための制御プログラムを格納するとともに、CPU 101 が各種制御を実行する際の作業領域を提供する。104 はキーボード、105 はマウスであり、ユーザに

よる各種入力操作環境を提供する。

【0017】106は外部記憶装置であり、ハードディスクやフロッピーディスク、CD-ROM等で構成される。107はネットワークインターフェースであり、ネットワーク上の各機器との通信を可能とする。109はインターフェース、110は画像読み取りのためのスキャナである。また、111は上記の各構成を接続するバスである。なお、後述の各フローチャートに示される処理を実現する制御プログラムは、ROM102に格納されていてもよいし、外部記憶装置106よりRAM103にロードされてもよい。

【0018】なお、上記の構成においてスキャナ110や外部記憶装置106はネットワーク上に配置されたもので代用してもよい。

【0019】図2は本実施形態の画像検索装置の機能構成を示すブロック図である。同図において、11はユーザインターフェース部であり、表示器107、キーボード104及びマウス105を用いて、ユーザからの各種の操作入力を検出する。12は画像入力部であり、スキャナ110による画像の読み取りを行う。13は画像メモリであり、画像入力部12によって得られたイメージデータをRAM103の所定の領域に格納する。14は画像特徴量抽出部であり、画像メモリ13に格納した画像について、後述の手順で特徴量を抽出する。15は特徴量ラベル行列化部であり、画像特徴量抽出部14によって得られた特徴量に基づいてラベル行列を生成する。16はパターンマッチング部であり、指定された画像のラベル行列と、画像蓄積部17に蓄積されている画像のラベル行列との間の類似度を算出し、類似画像を検索する。17は画像蓄積部であり、画像入力部12等によって得られた画像データを蓄積する。

【0020】18は画像管理データベース（以下、画像管理DB）であり、図3で示されるデータ形態で画像蓄積部17に格納された画像データを管理する。また、19はラベル成分インデックスであり、図4に示されるラベル成分インデックスファイルを格納する。なお、ラベル成分インデックスの利用については、図9のフローチャートにより後述する。

【0021】以上のような構成を備えた本実施形態の画像検索装置の動作例を以下に説明する。なお、以下の例では色に着目した画像特徴量として、赤（R）、緑（G）、青（B）の三色を採用し、3次元の色空間での処理を用いて説明する。

【0022】〔画像の登録処理〕先ず画像登録の際に行う処理を説明する。図5は本実施形態による画像登録処理の手順を表すフローチャートである。まず、ステップS11において、ユーザインターフェース部11を介したユーザの指示により、画像入力部12を用いて画像を読み込み、画像メモリ13に保持する。次に、ステップS12において、この画像を複数のブロックに分割す

る。本実施形態では、画像を縦横の複数ブロックに分割する。図6は本実施形態による画像のブロック分割例を示す図である。同図に示されるように、本実施形態では、説明のため3×3の計9個のブロックに画像を分割するものとする。次にステップS13において、分割された各ブロックの特徴量を算出し、得られた特徴量を次の手順でラベル化する。

【0023】なお、本実施形態で用いる3×3への分割はあくまで説明のためのものである。実際には、自然画であれば10×10以上の分割数とするのが好ましい。また、白の無地背景に商品が写っているような場合であれば、13×13以上の分割数とするのが好ましい。

【0024】図7は本実施形態による多次元特徴量空間を説明する図である。図6に示すように、多次元特徴量空間（RGBカラー空間）を複数のブロック（色ブロック）、即ちセル（色セル）に分割し、夫々のセル（色セル）に対して通し番号でユニークなラベルを付与する。ここで、多次元特徴量空間（RGBカラー空間）を複数のブロックに分けたのは微妙な特徴量（色）の違いを吸収するためである。

【0025】なお、多次元特徴量空間に関しては、画像特徴量をそのまま用いるのではなく各パラメータを平均と分散を実験によって求め規格化（正規化）した後、例えば、主成分分析等の直交変換を行い、意味のある次元にしたものを用いることが考えられる。なお、「意味のある次元」とは、主成分分析において、寄与率が大きな主成分軸で構成される次元である。

【0026】ステップS13では、ステップS12で得られた各分割ブロックに対して、定められた画像特徴量計算処理を行い、上記多次元特徴量空間上のどのセルに属するかを求め、対応するラベルを求める。この処理を全てのブロックに対して行う。すなわち、分割画像ブロックに対して、全ての画素がどの色セルに属するか計算処理を行い、もっとも頻度の多い色セルのラベルをその分割画像ブロックのパラメータラベル（カラーラベル）として決定し、この処理を全てのブロックに対して行う。

【0027】以上のようにして各ブロックに対してパラメータラベルが付与されると、ステップS14において、各ブロックに付与されたパラメータラベルを所定のブロック順序で並べることにより、パラメータラベル行列（以下、ラベル行列とする）が生成される。

【0028】図8はラベル列を生成する際のブロック順序例を説明する図である。同図の分割画像ブロックの升にある数字に従って上記のパラメータラベルを並べ、ラベル列を作る。なお、画像管理データベース18やラベル成分インデックス19にラベル行列を格納するに際しては、上述のように2次元的なラベル行列を所定の順序で1次元に並べたものを格納するが、本実施形態ではこのような1次元の形態のものもラベル行列と称すること

にする。

【0029】ここで、図8の(a)では、分割ブロックを左から右へ水平方向へスキャンし、この水平方向のスキャンを上から下へ行う順序となっている。なお、本実施形態に適用可能なスキャンの方法としては、

- ・水平方向(図8の(a)に示したように、左から右へのスキャンを上から下へ行うという順序の他に、図8の(b)～(d)に示すように、左から右へのスキャンを下から上へ行う等、4通りのスキャン方法がある)、
- ・垂直方向(上から下へのスキャンを左から右へ行う等、4通りのスキャン方法が考えられる)、
- ・図8(e)に示すように、偶数ラインと奇数ラインでスキャンを分ける。

【0030】なお、本実施形態では、図8の(a)に示すスキャン方法を採用するが、上述した他のスキャン方法も適用可能であることは明らかであろう。

【0031】続いてステップS15において、以上のようにして得たラベル列や画像データを画像蓄積部17、画像管理DB18に反映する。すなわち、ステップS11で読み込んだ画像データに対して画像IDを取得し、これらをペアにして画像蓄積部17に格納する。また、当該画像IDに対応付けて図3に示した画像管理DBレコードを生成し、これを画像管理DB18に登録する。

【0032】そして、ステップS16において、当該画像のラベル行列から部分ラベル行列を獲得し、図4に示すようなラベル成分インデックスファイルを更新する。ラベル成分インデックスファイルは、部分ラベル行列(単独のラベルを含む)を検索キーとし、画像ID群と各画像に含まれる部分ラベル行列の個数を納めるレコードを格納したものである。このラベル成分インデックスによれば、部分ラベル行列(単独のラベルを含む)を与えることにより、当該部分ラベル行列を持つ画像ID群と、各画像の当該部分ラベル行列(単独のラベルを含む)の含有数が高速に得られる。なお、画像登録時の段階では未加工のレベルで情報を格納しておく。また、ラベル行列を構成するすべてのラベルをラベル成分インデックスに登録する。例えば、ラベルのヒストグラム情報を得て、出現するラベルの全てがラベル成分インデックスに反映されるようにする。例えば、単独のラベルが登録されたラベル成分インデックスを用いた場合は、ヒストグラム情報に現れる全てのラベルをキーとするデータレコードを更新することになる。

【0033】なお、画像の登録処理において異は、後述のドント・ケアー・ラベルは用いられない。すなわち、ラベル成分インデックスには、ドント・ケアー・ラベルは登録されない。以上が画像登録時に行われる処理である。

【0034】[画像の検索処理]次に、図9及び図10のフローチャートに従って、本実施形態による類似画像検索処理を説明する。検索処理はおおきく分けて画像全体の類似画像検索であるか、あるいは物体に着目した検

索であるかにより処理が異なってくる。以下、順を追って説明する。

【0035】図9は、本実施形態による画像検索の手順を説明するフローチャートである。まず、ステップS21において、当該検索が画像全体の類似画像検索であるか、所望の物体(或いは部分領域)に着目した検索であるかを指定する。検索方法が指定されるとステップS22において、指定された検索方法に適合したラベル行列と特徴部分ラベル行列が取得される。このステップS22では、指定された検索方法に応じて処理が異なる。以下、図10のフローチャートを参照してステップS22における処理の手順を詳細に説明する。

【0036】図10は本実施形態による、特徴部分ラベル行列の抽出手順を説明するフローチャートである。

【0037】まず、ステップS41において、指定された検索方法を判定する。指定された検索方法が「画像全体の類似検索」であった場合は、ステップS42へ進む。ステップS42では、検索者が画像全体の類似検索を行いたい画像を選択する。すなわち、類似検索元画像を指定する。ステップS43では、指定された類似検索元画像に対応するラベル行列を画像DB18より獲得する。そして、ステップS44において、特徴部分ラベル行列を取得する。

【0038】なお、特徴部分ラベル行列の求め方に関しては、経験・実験による学習や統計的な手法など、実現手段は様々存在するものであり、ここでは特に限定されるものではない。一例を挙げると、このラベル行列を例えばヒストグラム解析を行うことにより特徴的な部分ラベル行列(単一ラベルも含む)を求める。

【0039】一方、ステップS41において、着目物体の類似検索が指定されたと判定された場合は、ステップS45へ進み、検索元となる着目物体の画像を決定する。着目物体の決定方法としては、例えば以下の方法が挙げられる。

【0040】(1) 画像中の着目物体をポインティングデバイスで指示し、画像処理により着目物体を背景画像から分離し、背景画像を取り除くことで着目物体画像を作成する。一例を挙げると、ユーザーが指定した座標からエッジや色の変化具合を考慮して着目物体を抽出する既存の画像処理技術を用いる。この場合、着目物体の抽出内容に、誤りがあれば、抽出輪郭線をポインティングデバイスで補正することで、正確な着目物体の抽出が行える。

【0041】(2) 物体画像ライブラリから着目物体画像を選択する。物体画像ライブラリに関して一例を挙げれば、予めキーワード検索が可能な物体画像を自らのシステムにインストールしておく方法や、あるいはインターネット等のネットワークを介してサーバーにキーワードで物体画像を検索して物体画像を入手する方法が考えられる。

【0042】(3) 描画ソフトを用いて着目物体の画像を描いたり、(1) 或いは(2) で得られた着目物体画像の色を変更してこれを着目物体画像とする。

【0043】次に、ステップS46へ進み、上記抽出した着目物体画像を、その大きさや位置、方向を考慮して画像フレームに貼り付け、類似検索元画像を作成する。そして、ステップS47において、当該類似検索元画像をブロック分割し、上記(1)～(3)のいずれかの手法によって得た着目物体画像を含む分割ブロックの部分のみに関して、登録のときと同様な画像特徴抽出処理(例えば、代表色抽出)を行いラベル化する。更に、ステップS48では、着目物体画像を含まない分割ブロックに対して、どのラベルともペナルティーが0のドント・ケアー・ラベル(don't care label)を付与し、類似検索元画像のラベル行列を生成する。

【0044】なお、上記の(1)から(3)の手法によって得られる画像において、着目物体画像の占める面積と背景領域の面積との比に応じて画像の分割方法を変えるようにしてもよい。例えば、着目物体画像の面積が所定の割合以下であって場合は、当該着目物体画像に外接するような矩形領域について所定数の分割ブロックを得て、ラベル割り当てを行う。また、着目物体画像の面積が所定の割合を越えていれば、上述の画像フレームについて分割ブロックを得るようにする。

【0045】そして、ステップS49では、ステップS48で得られた類似検索元画像のラベル行列よりドント・ケアー・ラベルを除いた各ラベルに対して、上述のようなヒストグラム処理を行い、特徴部分ラベル行列を取得する。例えば、この着目物体を含む画像分割ブロック群のみから得たラベル行列にヒストグラム解析を施すことにより特徴的な部分ラベル列を取得する。なお、ヒストグラム解析においては、色の事前の存在確率や色空間上での飽和などを考慮した重み付けヒストグラム処理を行ってもよい。また、着目物体による類似検索においても、特徴的な部分ラベル行列は複数個の存在を可能とする。

【0046】以上のようにして、検索方法に適合した類似検索元画像のラベル行列と特徴部分ラベル行列が取得されると、処理は図9のステップS23へ進む。ステップS23では、ラベル成分インデックス19ステップS22で得られた特徴部分ラベル行列の含有数の上限値及び下限値を決定する。この上限値及び下限値で決まる含有数の範囲は、ラベル成分インデックス19を用いて行われるマッチング処理対象画像の絞り込み(プリサーチ)に用いられる。

【0047】特徴的な部分ラベル行列の含有数の上限下限の決定手法に関しては経験・実験による学習や統計的な手法など手段はさまざま存在し、ここでは特に限定は行わない。一例を挙げると、検索元画像に取得された特徴部分ラベル行列が含まれる個数 $n0$ に対する割合で指

定を行う。例えば、値が1以上の曖昧度fuzziness(大きいほど曖昧な検索を行う)を導入し、上限は曖昧度に比例した $n0 \times \text{fuzziness}$ とし、下限は反比例した $n0 \div \text{fuzziness}$ とする。

【0048】このように、拡大縮小した画像を検索したい場合や、多少異なった画像をも検索したい場合の曖昧さの度合いに応じた曖昧度fuzzinessを与え、プリサーチの曖昧さを調節することが可能となる。

【0049】次に、ステップS24において、ラベル成分インデックスファイルを参照して、ステップS23で決定した上限値および下限値の範囲内の個数の特徴部分ラベル行列を含む画像ID群を求める。ラベル成分インデックスは図4に示したように部分ラベル行列をキーとして、当該部分ラベル行列を含む画像の画像IDとその含有数が登録されている。従って、ステップS44或いはステップS49で得られる特徴部分ラベル行列を用いて検索が行え、当該特徴部分ラベル行列を所望の含有数範囲で含む画像IDを容易、かつ高速に得ることができ

【0050】部分特徴ラベル行列を用いて取得される画像IDの数が、所定の目標数以下となるまで絞り込みを行う。例えば、ヒストグラム上位のものから順に選ばれた特徴部分ラベル列を用いて上記の手法により順次画像ID群を取得し、順次取得される画像ID群の論理積を取って目標数の画像IDに絞り込んでいく。なお、ヒストグラム解析では、色の事前の存在確率や色空間上での飽和などを考慮した重み付けヒストグラム処理を行ってもよい。また、特徴的な部分ラベル行列は複数個存在してもよい。

【0051】次に、ある程度以上同一のラベルを含むラベル行列群と類似検索元の画像のラベル行列とを比較し、類似検索したい画像のラベル行列に近いラベル行列群を類似度とともに検索結果として出力する。

【0052】検索者が類似検索を行いたい画像を選択すると画像管理DBからこれに対応するカラーラベル行列を得て、インデックスファイルから既に登録している画像のカラーラベル行列群を得て、これとの比較により、類似検索したい画像のカラーラベル行列に近いカラーラベル行列群を類似度とともに検索結果として出力する。

【0053】上記のステップS24における処理は、登録してある全ての画像についてラベル行列間のマッチング(比較)を行うと処理が遅くなるので、予め似ているものを抽出し、抽出された画像について類似検索元画像のラベル行列との比較を行うためである。もちろん、処理が遅くなくてもよければ、登録した画像の全てのラベル行列との比較を行うようにして、精度の高い検索を行ってもよい。

【0054】次に、ステップS25において、検索元画像のラベル行列と、ステップS24で取得された画像のラベル行列との間でパターンマッチングを行う。すなわ

ち、ある程度以上共通なラベルを持った画像のラベル行列と類似検索元画像のラベル行列とを、ラベル間ペナルティマトリックスを考慮したマッチング処理を行って比較する。ペナルティマトリックスについては図11により後述する。この比較の結果得られるペナルティ値（ラベル間の距離）に基づいて類似度を決定する。本実施形態では、ラベル行列におけるラベルの2次元的位置を考慮した2次元DPマッチングを用いる。なお、2次元DPマッチングについては後述する。

【0055】ステップS26では、ステップS25におけるマッチング処理の結果として得られた類似度が所定のしきい値以上であるかどうかを判断する。類似度が所定のしきい値以上であれば、ステップS27へ進み、当該画像IDを検索結果に登録するとともに、類似度の大きい順にソートする。一方、ステップS26において類似度が所定のしきい値に達していないと判定された場合は、ステップS27をスキップし、検索結果から除外する。ステップS28では、ステップS24で取得された全ての画像について上記ステップS25からS27の処理を終えたかどうかを判断し、未処理の画像があればステップS25へ戻り、全画像について処理を終えていればステップS29へ進む。

【0056】ステップS29では、画像管理データベース18を参照して、検索結果として類似度の大きい順に登録された画像IDに対応するフルパスのファイル名を得て、これをユーザに提示する。

【0057】〔2次元DPマッチング〕次にラベル行列同士の類似比較を行うための2次元DPマッチングについて述べる。

【0058】図11はラベル列を比較し類似度を求める際に用いるラベル間のペナルティマトリックスの一例を示す図である。マトリックス中の値が小さい程類似していることになる。すなわち、カラーラベル間のパターンマッチングに際して、隣接する色セル同士ではペナルティ（距離）を小さくし、遠いものには大きなペナルティを与えるものである。例えば、ラベル2とラベル6のペナルティは「7」である。また、同じラベル同士のペナルティは当然のことながら「0」となっている。本マトリックスの使用目的はラベルの類似に応じた距離判定を行うことにある。すなわち、本実施形態では、特徴量空間としてRGBカラー空間を用いているので、色の類似に応じた距離判定が行えることになる。但し、ドント・ケアー・ラベルに関しては全てのラベルに対しペナルティが0と定義する。

【0059】例えば、図12に示す例では、検索元画像のラベル列が「112313441」であり、検索対象画像のラベル列が「113224452」である。このような1次元のラベル列のDPマッチング、すなわち1次元のDPマッチングは一般によく知られたものである。すなわち、図12のラベル列に関して、図11のペ

ナルティマトリックスを用いてDPマッチングを行うと、図13に示されるように両ラベル列間の距離（最終解）が求まる。なお、この例では、傾斜制限として次の条件を用いている。すなわち、図14において、格子点 $(i-1, j)$ 、 $(i-1, j-1)$ 、 $(i, j-1)$ 上のコストをそれぞれ $g(i-1, j)$ 、 $g(i-1, j-1)$ 、 $g(i, j-1)$ とし、格子点 (i, j) 上のペナルティを $d(i, j)$ とした場合に、格子点 (i, j) 上のコスト $g(i, j)$ を以下の漸化式によって求めている。

【0060】

10 【数1】

$$g(i, j) = \min \begin{cases} g(i, j-1) + d(i, j) \\ g(i-1, j-1) + 2 \cdot d(i, j) \\ g(i-1, j) + d(i, j) \end{cases}$$

【0061】なお、ラベル列同士の比較においては、オートマトン等のラベルシーケンスを曖昧に比較できるマッチングを行うようにしてもよい。このような曖昧化の手法を用いることにより、余分なラベルの付加、ラベルの欠落や同じラベルの繰り返しに対しては低いペナルティが与えられとともに、ラベル間のペナルティには図12のカラーラベル間のペナルティマトリックスを用いてラベル列同士の距離計算を行うことで、曖昧なパターンマッチングが行えるようになる。なお、オートマトンとしては、「特開平8-241335のファジー非決定性有限オートマトンを使用した曖昧な文字列検索方法およびシステム」に記載されている「ファジー非決定性有限オートマトン」を適用することができる。

【0062】本実施形態では、上記の1次元DPマッチングを2次元に拡張した2次元DPマッチングを用いてラベル行列同士の類似比較（類似度の算出）を行う。以下、2次元DPマッチングを説明する。

【0063】図15は本実施形態による類似度算出処理を説明する図である。上述のステップS22（ステップS43、S48）において取得された類似検索元画像のラベル行列は、そのスキャン方法に従って図15の

(b)のように並べることができる。また、ステップS24において抽出された画像IDのラベル行列群のうちの一つを類似比較先画像とすると、そのラベル行列は図15の(a)のように並べることができる。

40 【0064】まず、類似比較先画像の第1行目のラベル列「abc」と、類似検索元画像の第1～第3行目のラベル列（「123」、「456」、「789」）のそれぞれとの距離をDPマッチングによって求め、その距離が最少となるラベル列の類似検索元画像における行番号を類似ライン行列（図15の(c)）の該当する位置に記憶する。また、得られた最小距離が所定の閾値よりも大きい場合には、どの行とも類似していないと判断し、類似ライン行列の該当する位置に「！」を記憶する。DPマッチングの性質により、たとえば画像のアングルが水平方向へ多少変わっていたとしても、上記処理により

類似する行（ライン）を検出可能である。以上の処理を、類似比較先画像の全ての行（「d e f」「g h i」）について行うことで、図 1 5 の（c）のような列方向の類似ライン行列が得られる。なお、この処理において、類似検索元画像中のドント・ケアー・ラベルのみからなる列（ドント・ケアー・ラベル列）に関しては処理を行わない。これは、ドント・ケアー・ラベルのみからなる列は類似比較先画像の全ての列と距離がゼロとなってしまうからである。

【0065】図 1 5 の（c）では、「a b c」に類似した行が類似検索元画像に存在せず、「d e f」に類似した行が類似検索元画像の第 1 行目、「g h i」に類似した行が類似検索元画像の第 2 行目であったことを示している。以上のようにして得られた類似ライン行列と標準ライン行列（類似検索元画像の行の並びであり、本例では「1 2 3」となる）との類似度を DP マッチングを用いて算出し、これを当該類似検索元画像と当該類似比較先画像との類似度として出力する。なお、DP マッチングでは、周知のように、比較するラベルシーケンスが最も類似距離が小さくなるように、比較するラベルシーケンスを伸縮（比較する相手を次に進めないで我慢する）させて比較するという処理を行う。また、何処まで伸縮（我慢）できるかを制約条件（整合窓の幅）で与えることも可能である。

【0066】図 1 6 は本実施形態による 2 次元 DP マッチングを採用した類似度算出の手順を説明するフローチャートである。上記図 1 5 を参照して説明した処理を、図 1 6 のフローチャートを参照して更に説明する。

【0067】まず、ステップ S 1 0 1 において、類似比較先画像の行番号を表す変数 i と、類似検索元画像の行番号を表す変数 j を 1 に初期化し、ともに第 1 行目を示すように設定する。次に、ステップ S 1 0 2 において、類似比較先画像の第 i 行目のラベル列を取得する。例えば図 1 5 の場合、 $i = 1$ であれば「a b c」が取得される。そして、ステップ S 1 0 3 において、類似検索元画像の第 j 行目のラベル列を取得する。例えば、図 1 5 において、 $j = 1$ であれば、「1 2 3」が取得される。ステップ S 1 0 3 a では、ステップ S 1 0 3 で取得されたラベル列がドント・ケアー・ラベル列か否かを判断し、ドント・ケアー・ラベル列であればステップ S 1 0 6 へ、そうでなければステップ S 1 0 4 へそれぞれ進む。

【0068】次にステップ S 1 0 4 では、上記ステップ S 1 0 2、S 1 0 3 で得られた 2 つのラベル列間の距離を、図 1 1 で説明した色セルペナルティマトリクスを用いて、DP マッチングによって求める。そして、ステップ S 1 0 5 において、ステップ S 1 0 4 で得た距離が、第 i 行目に関してそれまでに得られた距離の最小値であれば、当該行番号（ j ）をライン行列要素 $L I N E [i]$ に記憶する。

【0069】以上のステップ S 1 0 3 からステップ S 1

0 5 の処理を、類似検索元画像の全ての行について行う（ステップ S 1 0 6、S 1 0 7）。以上のようにして、類似比較先画像の第 i 行目のラベル列に対して、類似検索元画像に含まれる行のうち最も距離の近い行の番号が $L I N E [i]$ に格納されることになる。

【0070】そして、ステップ S 1 0 8 において、上記処理で得られた $L I N E [i]$ と所定の閾値（ $T h r e s h$ ）とを比較する。そして、 $L I N E [i]$ が $T h r e s h$ 以上であればステップ S 1 0 8 へ進み、いずれの行とも類似していないことを表す「！」を $L I N E [i]$ に格納する。

【0071】以上説明したステップ S 1 0 2 から S 1 0 8 の処理を類似比較先画像の全ての行について実行する（ステップ S 1 1 0、S 1 1 1）ことにより、 $L I N E [1] \sim L I N E [i m a x]$ が得られるので、これを類似ライン行列 $L I N E []$ として出力する。

【0072】次に、ステップ S 1 1 3 において、標準ライン行列「1 2 … $i m a x$ 」と類似ライン行列 $L I N E []$ との DP マッチングを行い、両者の距離を算出する。なお、ここで、標準ライン行列とは、1 から始まり、列方向に 1 ずつ増加する行列である。

【0073】ここで、標準ライン行列と類似ライン行列間の DP マッチングにおいて用いられるペナルティについて説明する。列方向の類似ライン行列と標準ライン行列との DP マッチングのペナルティの設定としては 2 つの方法が考えられる。すなわち、動的なペナルティと固定的なペナルティの 2 つである。

【0074】動的なペナルティとは、動的にライン番号間のペナルティを設定するものであり、画像によってライン番号間のペナルティは変化する。本実施形態では、類似検索元画像の自分自身の横（行）方向のラベル行列の距離を求め、これに基づいて各行間のペナルティを求める。

【0075】図 1 7 は本実施形態による動的なペナルティ値の設定手順を示すフローチャートである。ステップ S 1 2 1 において、変数 i を 1 に、変数 j を 2 にそれぞれセットする。次に、ステップ S 1 2 2 において、類似検索元画像の第 i 行目のラベル列を取得し、ステップ S 1 2 3 において、類似検索もと画像の第 j 行目のラベル列を取得する。そして、ステップ S 1 2 4 において、類似検索元画像の第 i 行目のラベル列と第 j 行目のラベル列とについて、色ペナルティマトリクスを用いて DP マッチングを行い、距離を獲得する。ステップ S 1 2 5 では、ステップ S 1 2 4 で得た DP マッチングの距離を、類似検索元画像の i 行目のラベル列と j 行目のラベル列間のペナルティとして $L I N E [i][j]$ に記憶すると共に、類似検索元画像の j 行目のラベル列と i 行目のラベル列間のペナルティとして $L I N E [j][i]$ に記憶する。

【0076】ステップ S 1 2 6 によって、変数 j の値が

jmaxとなるまで、ステップS123～S125の処理が繰返される。この結果、第i行目のラベル列について、i+1～jmax行目の各ラベル列との間のペナルティー値が決定される。そして、ステップS128、S129、S130により、ステップS123～S126の処理を変数iの値がimax-1となるまで繰返される。この結果、LINE[i][j]には、i=jの対角成分を除く全てに、上記処理で決定されたペナルティー値が記憶されることになる。

【0077】次にステップS131では、上記処理で決定されていないLINE[i][j]の対角成分のペナルティーを決定する。この部分はi=jであり、同一のラベル列であるから、その距離は0であり、従ってペナルティー0が記憶される。また、ステップS132では、「！」に関してペナルティーを決定する。すなわち、「！」に対するペナルティーは、LINE[i][j]の全てのペナルティー値の中で、最大のペナルティー値よりもある程度大きな値を設定する。ただし、このペナルティー値を極端に大きくすると、曖昧にヒットする性質が損なわれてしまう。

【0078】以上のようにして類似検索元画像に関して計算されたラベル列間のペナルティーを用いて、上記ステップS113におけるDPマッチングを行い、類似度検索元画像と類似比較先画像の類似度を獲得する。

【0079】一方、固定的なペナルティーでは、DPマッチングのペナルティーとして、ラベルが一致すればペナルティー「0」を、一致しない場合、もしくは「！」との比較であった場合にはある程度の大きさのペナルティーを与える。この場合は類似検索元画像によらず、常に同じペナルティーとなる。このような固定的なペナルティーを用いてステップS113の処理を実行し、類似度検索元画像と類似比較先画像の類似度を決定する。

【0080】以上説明したマッチング処理は次のような特徴を有する。もし、図15の(a)と(b)が極めて類似していれば、類似ライン行列は「123」となり、その距離は0となる。また、類似ライン行列が「!12」や「212」であれば、類似検索元画像に対して類似比較先画像は下方向へずれたものである可能性があるし、類似ライン行列が「23!」や「233」であれば類似検索元画像に対して類似比較先画像が上方向へずれたものである可能性がある。また、類似ライン行列が「13!」や「!13」であれば、類似検索元画像に対して類似比較先画像が縮小したものである可能性がある。同様に、類似比較先画像が類似検索元画像を拡大したようなものである場合も検出可能である。

【0081】上述のステップS113で説明したように、類似ライン行列と標準ライン行列との間でDPマッチングを行うことにより、垂直方向へのずれが効果的に吸収される。このため、上述したような、上方向や下方向へのずれ、拡大、縮小等に起因する類似検索元画像と

類似比較先画像との相違が効果的に吸収され、良好な類似検索を行うことが可能となる。

【0082】すなわち、本実施形態の2次元DPマッチングは、ラベル行列の各ラベル列における前後の曖昧さを許容するマッチングであり、画像の位置ずれの影響を吸収する性質を有する。また、アングルの違い等により物体の位置が変わり、ブロックによって切りとられる物体の位置が変わることにより、ブロックの色合いも微妙に異なることが予想されるが、この違いは上述のペナルティーマトリクスにより吸収されることになる。このように、本実施形態の2次元DPマッチングによる曖昧さを許容するマッチングと、ペナルティーマトリクスによる特徴量の曖昧さの許容との相乗効果によって、上下左右拡大、縮小のずれに対しても影響の少ないマッチングを可能としている。

【0083】ただし、動的なペナルティーと固定的なペナルティーとでは、動的なペナルティーを用いる方が好ましい。例えば、一面麦畑の類似元検索画像があったとした場合、どのラインも似たようなラベル列となることが考えられる。一方、類似比較先画像にも一面麦畑の画像があったとした場合に、この画像の類似ライン行列には全て最初のライン番号1が入り、「111」となってしまう可能性がある。この場合、類似検索元画像のどのラインも似たような画像となっており、ライン番号間のペナルティーが極めて小さくなければ低い距離でのヒットはしない。しかしながら、動的なペナルティーを用いた場合は、ライン番号間のペナルティーが低くなり、類似度の高い結果を得ることができる。

【0084】一方、固定的なペナルティーを用いると、「123」と「111」ではペナルティー値が大きくなり、類似度が低くなってしまう。

【0085】以上のようにして、DPマッチングを水平・鉛直方向、すなわち2次元に行うことにより、水平や鉛直方向、更に斜め方向に画像アングルが変わったり、物体が移動していても検索を行うことが可能である。また、DPマッチングの時系列伸縮特性により、ズームアップ撮影画像やマクロ撮影画像をも検索することが可能となる。

【0086】なお、上記実施形態では、水平方向のブロック並びに対応するラベル列を用いて類似ライン行列を得たが、垂直方向のブロック並びに対応するラベル列を用いて類似ライン行列を得るようにすることも、上記と同様の手法で実現可能である。

【0087】以上説明したように、本実施形態によれば、特徴量群（特徴量空間を分割して得られる特徴量のグループ）を1つのシンボルで表現し（すなわちラベル化し）、ラベル同士の類似度に基づく距離を上述の2次元DPマッチングとペナルティーマトリクスによって与える。このため、2つの画像のブロック間の距離の計算量を大幅に減少させることができるとともに、類似した

特徴量が同じラベルで表されることになるので、類似画像の検索を良好に行うことができる。

【0088】また、(1) ペナルティマトリクスによるラベル同士の距離概念を導入し、(2) 比較するラベル位置を前後曖昧に移動させることが出来、トータルの距離が最小(類似度が最大)となるようなラベル行列の比較を実現する上記2次元DPマッチングを導入したことにより、画像のアングルが多少変わっても検索することが可能となり、雰囲気の似ている画像を検索できるようになる。

【0089】更に上記実施形態によれば、インデックスデータベース(ラベル成分インデックス)を用いたことにより、画像検索が更に高速化する。

【0090】すなわち、上記実施形態によれば、画像の特徴量の配置を考慮した類似画像の高速な検索が行われるとともに、撮影条件の変動等による違いを吸収した類似画像の検索が可能となり、従来難しかった画像のアングルが変わったり、物体の位置が変わったり、あるいは他の撮影条件が変動したりすることによる画像の特徴量のある程度の違いを吸収するなど、ロバストな類似画像検索を行うことが可能となる。

【0091】なお、上記各実施形態においては、自然画像検索を行う例を説明したが、本発明はCGやCAD等の人工的な画像の検索にも適応可能な技術であることは当業者には明らかである。

【0092】また、上記各実施形態では画像特徴量として色情報を選んだが、本発明はこれに限られるものではなく、その他の画像パラメータを画像分割ブロックごとに求めることで実施することも可能である。

【0093】また、上記実施形態では1つの特徴量での認識の例を挙げたが、その他の特徴量での検索結果との論理演算を行うことにより、複数の特徴量からの高速な検索を行うことも可能である。

【0094】1つの画像に対して複数の画像特徴量を用いた検索を行う場合には、本発明で得られる類似度を1つの新たな画像特徴量とみなし、複数のパラメータを用いた多変量解析を行い統計的な距離尺度を用いた検索を行うことも可能である。また、上記実施形態では、類似度が所定値を越える類似画像を検索結果として得るが、類似度の高い画像から順に前もって指定された個数の画像を検索結果として出力するようにしてもよいことはいふまでもない。

【0095】なお、曖昧度を指定することにより、DPマッチングにおけるいわゆる整合窓の幅を変更することにより、検索の曖昧度を所望に設定可能とすることもできる。図18はDPマッチングにおける整合窓を説明する図である。図18において直線Aは $J = I + r$ で表され、直線Bは $J = I - r$ で表される。整合窓の幅は r の値を変更することで行える。したがって、キーボード104から曖昧度を指定することにより、この r の値が変

更されるように構成すれば、ユーザの所望の曖昧度(整合窓の幅)で類似度検索を行えるようになる。

【0096】なお、上記実施形態のような2次元DPマッチングにおいては、水平方向のDPマッチングにおける整合窓の幅と、垂直方向のDPマッチングにおける整合窓の幅とを別々に設定できるようにしてもよい。或いは、両整合窓が異なる変化率で変化するように構成してもよい。このようにすれば、ユーザは、類似画像検索に際してよりきめ細かい曖昧さの設定を行えるようになる。

10 例え、図8で示されたようなブロック順序を用いた場合において、検索元の画像中における注目物体の横方向への移動を許容したいような場合や、検索元の画像が横長画像であるような場合には、横方向への曖昧度を大きくするために水平方向のDPマッチングにおける整合窓の幅をより大きくすればよい。

【0097】なお、ブロック化できない1つの画像に対して1つのパラメータを加味した類似検索の場合には、本発明で得られる類似度(ペナルティの総和を用いて作る)を1つの新たな特徴量として、統計的な距離尺度に基づく検索を行うことも可能である。また、上記実施形態では、類似度が所定値を越える類似画像を検索結果として得るが、類似度の高い画像から順に前もって指定された個数の画像を検索結果として出力するようにしてもよいことはいふまでもない。

【0098】更に、DPマッチング処理の代わりにファジー非決定性オートマトン等の、比較するラベル位置を前後曖昧に移動させることが出来、トータルの距離が最小(類似度が最大)となるようなラベル列の比較を実現する手法を導入することも可能であり、これにより画像のアングルが多少変わっても検索することが可能となり、雰囲気の似ている画像を検索できるようになる。

【0099】更に上記実施形態によれば、インデックスデータベース(ラベル成分インデックス(図4))を用いたことにより、画像検索が更に高速化する。

【0100】以上のように、本実施形態によれば、キーワードの付いていない画像を検索するのに好適な画像検索装置、方法が提供される。

【0101】画像認識技術への壁が厚い現在、自分の欲しい画像に近い縮小画を見つけ、その画像に類似する画像を検索する手段を提供する事により、縮小画提示、類似画像検索を繰り返す事により、高い確率で検索者の欲しい画像を得る手段が考えられる。

【0102】その際、本方式では、従来難しかった画像のアングルが変わったり、物体の位置が変わったり、或いは撮影条件による画像特徴量のある程度の違い等を吸収するなどロバストな類似画像検索を高速に行うことが可能となる。また、従来の類似画像検索の弱点であった背景による検索の影響を受けない、着目物体を重視した検索も可能となった。

50 【0103】なお、本発明は、複数の機器(例えばホス

トコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置など）に適用してもよい。

【0104】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【0105】この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0106】プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROMなどを用いることができる。

【0107】また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0108】さらに、記憶媒体から読出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0109】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、画像の特徴量の配置を考慮した高速な類似画像の検索が可能となる。

【0110】また、本発明によれば、画像の特徴量の配置を考慮した類似画像の検索を行うとともに撮影条件の変動等による違いを吸収した類似画像検索が可能となる。

【0111】また、本発明によれば、特徴量群を1つのラベルで表し、画像をラベル行列で表現して画像間の類似度を算出することにより類似度の計算量を減少させるので、迅速な類似画像検索が可能となる。

【0112】また、本発明によれば、ラベル行列を適切に管理し、ラベルを用いた画像検索処理の処理速度が著

しく向上する。

【0113】また、本発明によれば、元画像と比較先画像の類似度をラベル列もしくはラベル行列の比較によって行う際に、DPマッチングやファジー非決定性オートマトン等のラベル位置の前後の曖昧さを許す手法を適用し、より効果的な類似画像検索が可能となる。

【0114】また、本発明によれば、画像中のある物体（一部分）に着目した類似画像検索が可能となる。

【0115】

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態による画像検索装置の制御構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態の画像検索装置の機能構成を示すブロック図である。

【図3】画像管理データベースのデータ構成例を示す図である。

【図4】ラベル成分インデックスのデータ構成例を示す図である。

20 【図5】本実施形態による画像登録処理の手順を表すフローチャートである。

【図6】本実施形態による画像のブロック分割例を示す図である。

【図7】本実施形態による多次元特徴量空間を説明する図である。

【図8】ラベル列を生成する際のブロック順序例を説明する図である。

【図9】本実施形態による画像検索の手順を説明するフローチャートである。

30 【図10】本実施形態による、特徴部分ラベル行列の抽出手順を説明するフローチャートである。

【図11】ラベル列を比較し類似度を求める際に用いるラベル間のペナルティマトリックスの一例を示す図である。

【図12】類似検索元画像のラベル列と類似検索先画像のラベル列の一例を示す図である。

【図13】一次元のDPマッチングを説明する図である。

【図14】DPマッチングの傾斜制限を説明する図である。

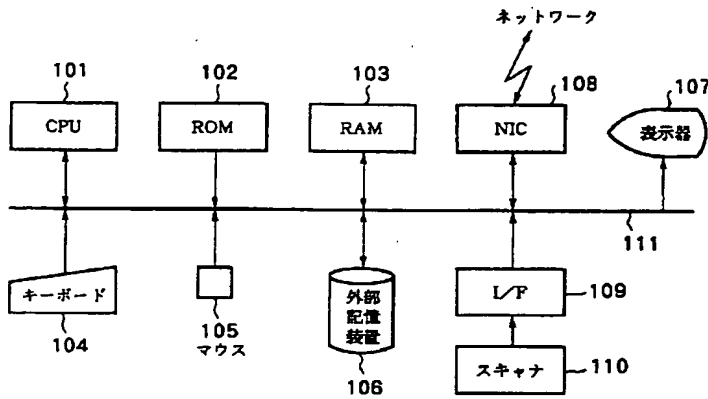
40 【図15】本実施形態による類似度算出処理を説明する図である。

【図16】本実施形態による2次元DPマッチングを採用した類似度算出の手順を説明するフローチャートである。

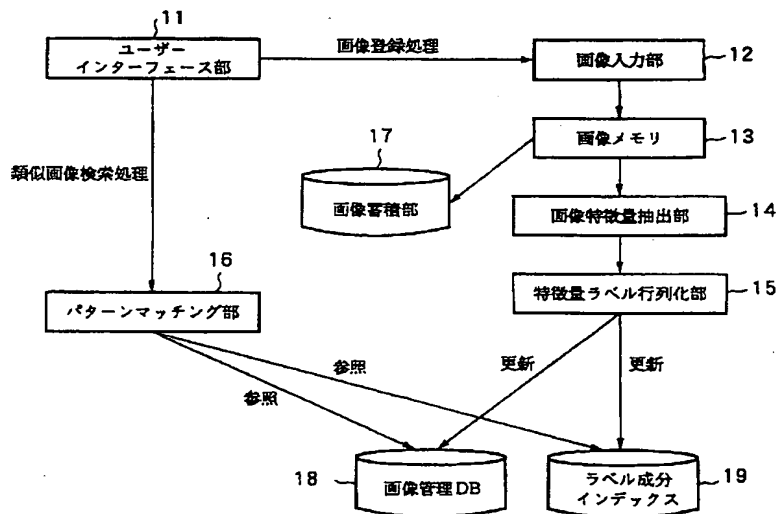
【図17】本実施形態による動的なペナルティ値の設定手順を示すフローチャートである。

【図18】DPマッチングにおける整合窓を説明する図である。

【図 1】



【図 2】



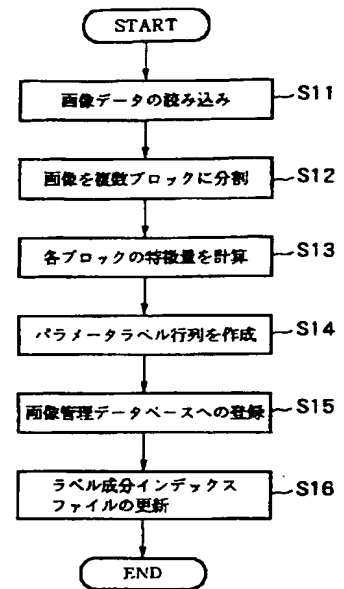
【図 3】

画像 ID	フルパスのファイル名	ラベル行列	その他画像属性	...
-------	------------	-------	---------	-----

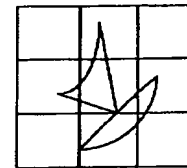
【図 4】

ラベル行列(検索キー)	[画像 ID + 含む個数]群		
1 1 2	画像 ID1、n1	画像 ID3、n3	...
1 2 3	画像 ID2、n2	画像 ID4、n4	...

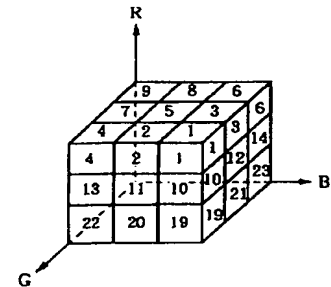
【図 5】



【図 6】



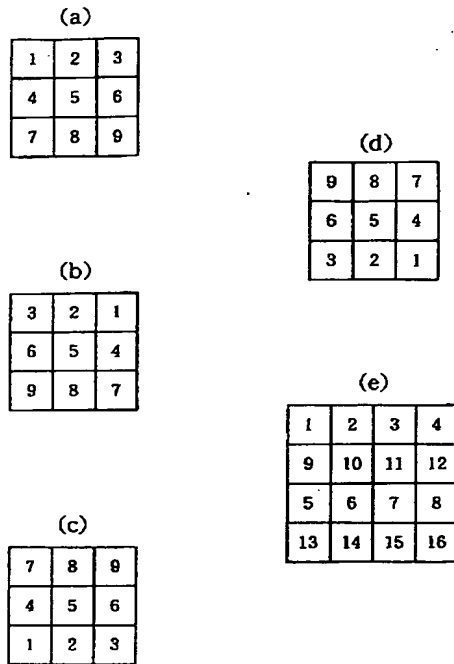
【図 7】



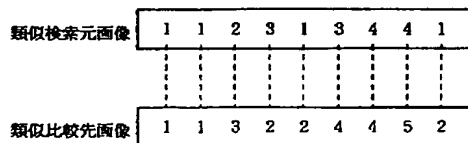
【図 11】

	1	2	3	4	5	6	7	8	...
1	0	1	1	5	1	5	7	7	...
2		0	2	1	1	7	2	5	...
3			0	7	1	1	5	2	...
4				0	1	9	1	7	...
...									

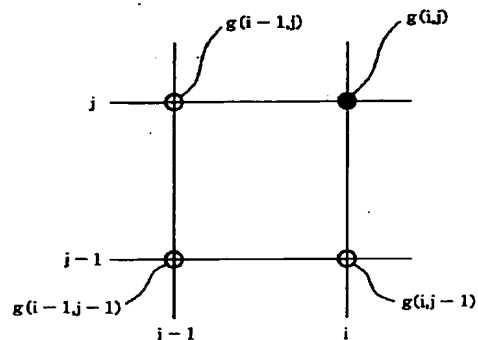
【図 8】



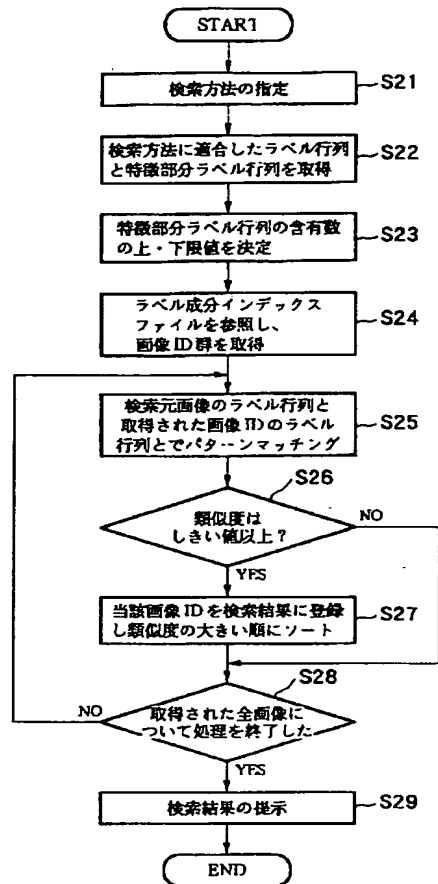
【図 12】



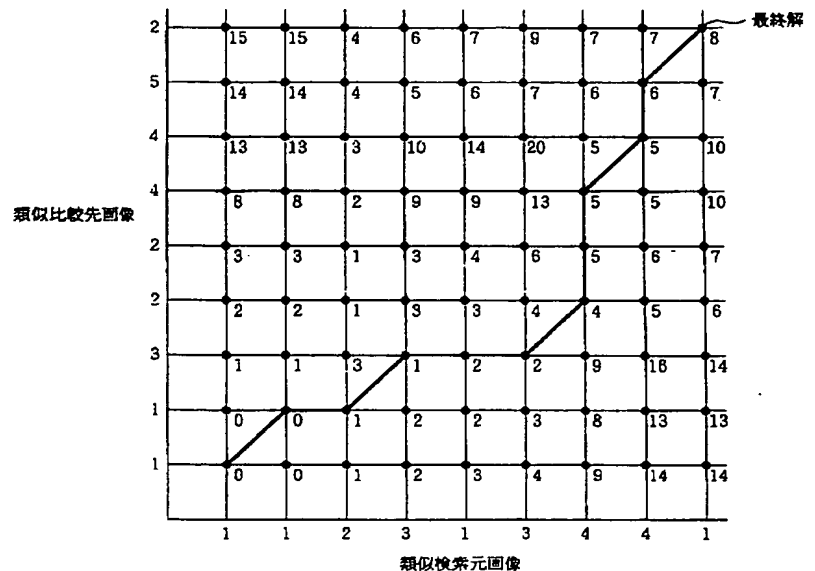
【図 14】



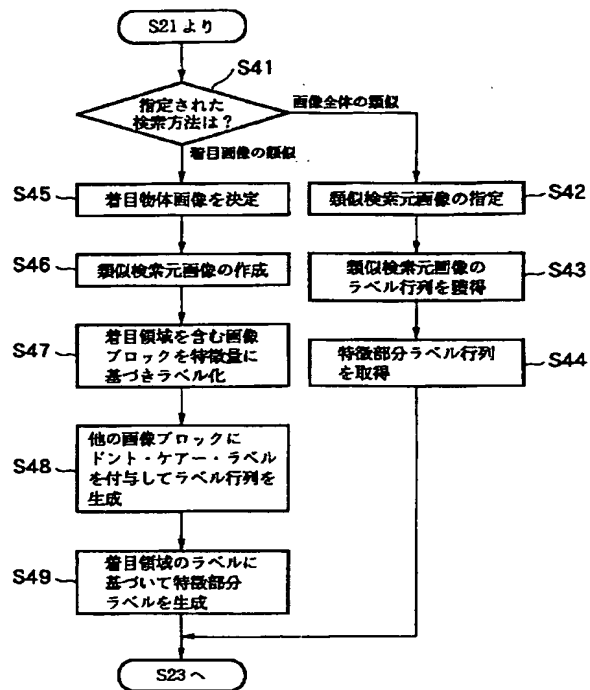
【図 9】



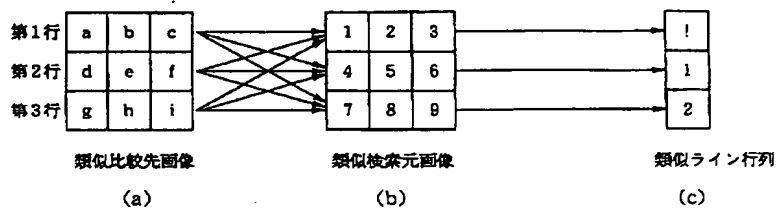
【図 13】



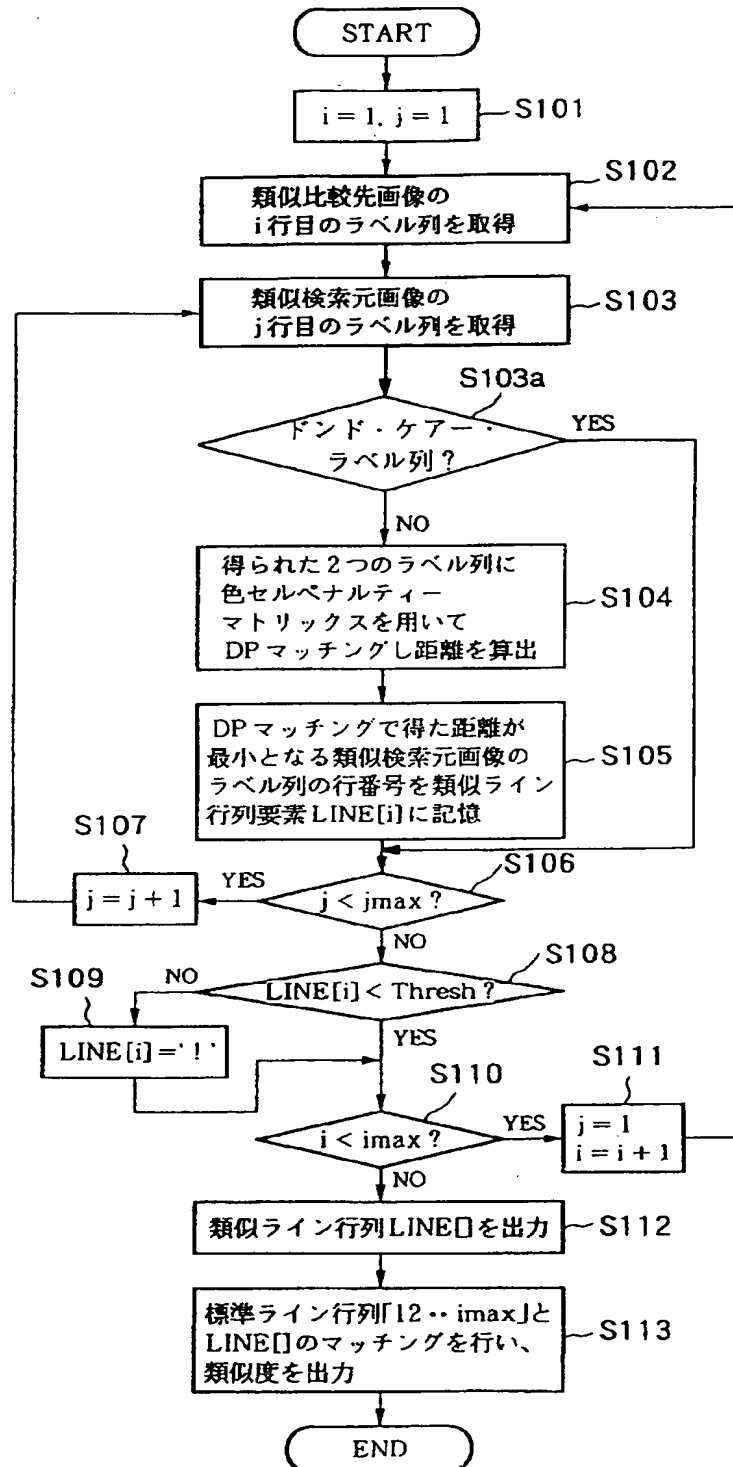
【図 10】



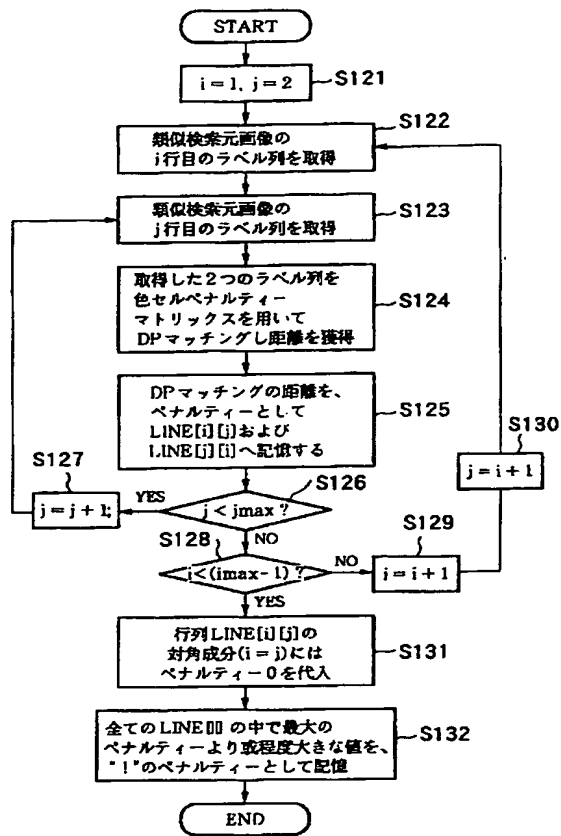
【図 15】



【図16】



【図 1 7】



【図 1 8】

